

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-030770

(43)Date of publication of application : 02.02.1999

(51)Int.Cl.

G02F 1/09

G09F 9/30

(21)Application number : 09-154972

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 12.06.1997

(72)Inventor : KATSURAGAWA TADAO

(30)Priority

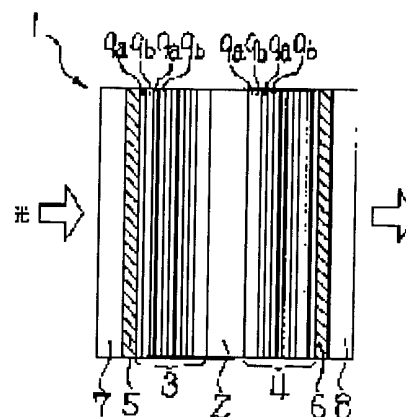
Priority number : 09123910 Priority date : 14.05.1997 Priority country : JP

(54) MAGNETOOPTIC ELEMENT AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the magnetooptic element which has a large Faraday rotation angle and is easily increased in area and suited to a display although a general magnetooptic material is used.

SOLUTION: This element is equipped with a couple of multi-layered films 3 and 4 across a transparent magnetic layer 2 by stacking a transparent magnetic layer 2 and two kind of many transparent dielectric films 9a and 9b differing in refractive index alternately; and then incident light is reflected repeatedly in the multi-layered films 3 and 4 to cause a localizing phenomenon wherein the energy of the light is accumulated in the transparent magnetic layer 2 and thus the magnetooptic effect of the transparent magnetic layer 2 is increased to increase the Faraday rotation angle. In addition, a couple of polarizers 7 and 8 are arranged on the external surfaces of the multi-layered films 3 and 4 to display a high-contrast image.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

15.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-30770

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月2日

(51) IntCl⁶

G 0 2 F 1/09

G 0 9 F 9/30

識別記号

5 0 5

3 7 0

F I

G 0 2 F 1/09

G 0 9 F 9/30

5 0 5

3 7 0 A

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-154972

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月12日

(31) 優先権主張番号 特願平9-123910

(32) 優先日 平9 (1997) 5月14日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 桂川 忠雄

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

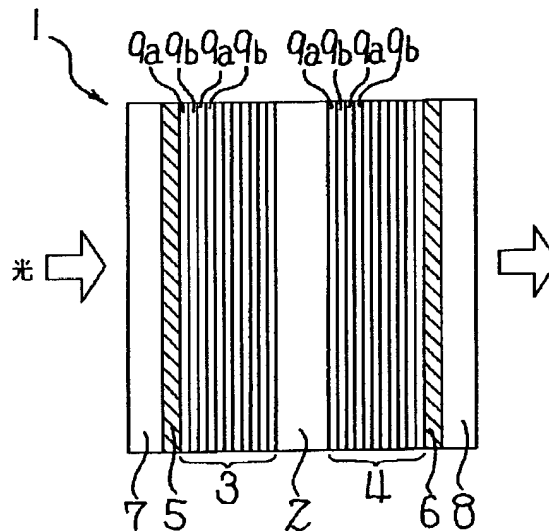
(74) 代理人 弁理士 柏木 明 (外1名)

(54) 【発明の名称】 磁気光学素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 一般的な磁気光学材料を用いながら、大きなファラデー回転角が得られ、面積化が容易でディスプレイに適した磁気光学素子を提供する。

【解決手段】 透明磁性層2と、屈折率の異なる2種類の多数の透明誘電体膜9a、9bが交互に積層されて透明磁性層2を挟む一対の多層膜3、4とを備えた構造とすることで、入射した光を多層膜3、4中で多重反射させてその光のエネルギーを透明磁性層2に蓄えさせる局在化現象を生じさせ、透明磁性層2の磁気光学効果を増大させて、ファラデー回転角を増大させる。加えて、多層膜3、4の外面には一対の偏光子7、8を配設することで、コントラストの高い画像表示を可能にする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明磁性層と、

屈折率の異なる2種類の多数の透明誘電体膜が交互に積層されて前記透明磁性層を挟む一対の多層膜と、これらの多層膜の外面に配設された一対の偏光子と、を備えたことを特徴とする磁気光学素子。

【請求項2】 透明磁性層と、

屈折率の異なる2種類の多数の透明誘電体膜が交互に積層されて前記透明磁性層の一面側に配設された多層膜と、

この多層膜の外面に配設された偏光子と、前記透明磁性層の他面側に配設された反射層と、を備えたことを特徴とする磁気光学素子。

【請求項3】 透明磁性層は、平均粒径1000Å以下の磁性体の超微粒子と結合剤とにより形成されていることを特徴とする請求項1又は2記載の磁気光学素子。

【請求項4】 透明磁性層は、多層膜に垂直な方向に磁気異方性を有する磁性材料により形成されていることを特徴とする請求項1、2又は3記載の磁気光学素子。

【請求項5】 透明基板上に屈折率の異なる2種類の多数の透明誘電体膜を交互に積層させて第1の多層膜を形成する成膜工程と、この第1の多層膜上に透明磁性層を形成する成膜工程と、この透明磁性層上に屈折率の異なる2種類の多数の透明誘電体膜を交互に積層させて第2の多層膜を形成する成膜工程とを連続的に行った後、前記透明基板及び前記第2の多層膜の外面に各々偏光子を貼付するようにしたことを特徴とする磁気光学素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ディスプレイへの応用に適した磁気光学素子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、磁気光学効果（ファラデー効果ないしは磁気光学カー効果）を示す磁性体は、例えば、光磁気ディスクに利用されて情報の書込み・再生が可能とされている。この他、磁気光学効果を示す透明磁性体を用いこの透明磁性体に対して磁気ヘッドを用いて画像の書込みを行い、光を照射させることでファラデー回転の有無により画像を表示させるディスプレイへの応用も検討されている。

【0003】ここに、磁気光学効果は、右及び左円偏光によって起こされる電子遷移の差異から生ずることが知られている。この差異を大きくして磁気光学効果を増大させる試みが、文献「磁気光学効果を大きくするための指針」（日本応用磁気学会誌，Vol.8.No.5,1984 p.366～370）（文献1とする）等により報告されている。

【0004】第1の試みとして、Baフェライトを用いた場合に、BaFe₁₂O₁₉中のFeをCoによって置換する方法がある（例えば、“Proc. Int. Symp. on Opt

ical Memory. 1987 Japanese Journal of Applied Physics, Vol.26(1987) Supplement 26-4 pp23～26”中の“Ba-Ferrite Magneto-optical Recording Media”参照…文献2とする）。この方法の場合、Coの置換量にもよるが、ファラデー効果が数倍増大することが確認されている。

【0005】第2の試みとして、同様に元素置換法であるが、鉄ガーネットの希土類イオンの一部をBi（3+）イオンで置換する方法がある（文献1中のp. 368参照）。この方法の場合も、ファラデー回転角が増大することが知られている。加えて、可視域の吸収率が殆ど増加しないため、ディスプレイにおけるコントラスト向上には都合がよい。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、第1のCo置換方法による場合、文献2中にも記載されているように、効果が増大する波長域は700～800nmであり、ディスプレイとして必要な波長域500～700nm（500～600nm位が人間の目で最も感じる波長域である）では殆ど効果がないものである。また、エピタキシャル成長法を用いて製造するため、基板が制約を受けるとか、基板温度が600℃以上と異常に高温であることが必要とされる、といった不都合もある。

【0007】第2のBi（3+）イオン置換法による場合、ファラデー回転角が増加する波長域が520nm付近で好都合であるが、製造プロセスで要求される基板温度が600℃以上といった高温であり、大きな面積のものを作製するのは困難で、ディスプレイへの適用化を図る上では好ましくない。

【0008】また、Baフェライトの場合のファラデー回転角は1°/μm位、Bi置換ガーネットの場合のファラデー回転角は6°/μm位である。ディスプレイへの適用を考えた場合、ファラデー回転角はできるだけ大きい方がコントラストがよく、上記の6°/μm位ではコントラスト1程度であるので、ディスプレイ用としてはファラデー回転角10°/μm以上、できれば20°/μm以上あることが好ましい。従って、従来法ではファラデー回転角の増大効果が不十分である。

【0009】一方、第2の方法におけるBi置換ガーネットの場合、薄膜としてではなく、共沈法により作製した平均粒径1000Å以下の粉末を用いて製造することができる。この場合、結着剤と基板とが必要となるが、素子作製時には高温とする必要がなく、均一塗布さえ可能であれば大面積化も可能である。しかし、薄膜による場合に比して、結着剤の分だけ単位厚み当りのファラデー回転角が減少し、かつ、粉末は1000Å以下の粒径とすると光の透過率はよいが薄膜の場合よりも光の散乱による透過率の減少は避けられない。

【0010】一般論としても、何れの磁性体の場合も、その層厚を厚くすれば、ファラデー回転角は増大する

が、光の透過率が低下するため、薄くて（つまり、透過率がよくて）大きなファラデー回転角が得られる磁気光学素子が望まれる。

【0011】そこで、本発明は、一般的な磁気光学材料を用いながら、大きなファラデー回転角を得ることができ、大面積化等を容易に図れ、ディスプレイへの適用に適した磁気光学素子を提供することを目的とする。

【0012】さらには、ファラデー回転角を増大させる構造が簡単に得られる磁気光学素子及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明の磁気光学素子は、透明磁性層と、屈折率の異なる2種類の多数の透明誘電体膜が交互に積層されて前記透明磁性層を挟む一対の多層膜と、これらの多層膜の外面に配設された一対の偏光子とを備えた。従って、透明磁性層が透明誘電体膜による一対の多層膜により挟まれた構造となっているので、入射した光は多層膜中で多重反射が生じてその光のエネルギーが多層膜間の透明磁性層に蓄えられる局在化現象が生ずる。即ち、屈折率の異なる2種類の透明誘電体膜による多層膜の中心にさらに異なる屈折率の物質層（透明磁性層）を配置すると、中心の物質層に光が局在化する現象が生ずる。この結果、透明磁性層の磁気光学効果が増大し、ファラデー回転角が増大することになる。加えて、多層膜の外面には一対の偏光子が配設されているので、コントラストの高い画像表示が可能となる。この際、元素置換等を利用した特殊な透明磁性層を用いる必要がなく通常の透明磁性材料でよく、基板温度も特に高温にする必要がなく、大面積化も容易である。

【0014】請求項2記載の発明の磁気光学素子は、透明磁性層と、屈折率の異なる2種類の多数の透明誘電体膜が交互に積層されて前記透明磁性層の一面側に配設された多層膜と、この多層膜の外面に配設された偏光子と、前記透明磁性層の他面側に配設された反射層とを備えた。従って、請求項1記載の発明の場合と同様に磁気光学効果の増大及びコントラストの高い画像表示が可能となるが、多層膜側から透明磁性層に向けて入射した光は反射層で反射されて再び透明磁性層及び多層膜を経て出射するので、ファラデー回転角の増大効果が倍増される。

【0015】請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の磁気光学素子において、透明磁性層は、平均粒径1000Å以下の磁性体の超微粒子と結合剤とにより形成されている。従って、透明磁性層を薄く形成できその透明性が向上するとともに、多層膜との接触面の状態が滑らかとなって空気等の入り込みにくい界面構造となり光のロスがなくなるため、光を局在化させるための光閉じ込めが確実となり、ファラデー回転角の増大を簡単かつ確実に実現できる。

【0016】請求項4記載の発明は、請求項1、2又は3記載の磁気光学素子において、透明磁性層は、多層膜に垂直な方向に磁気異方性を有する磁性材料により形成されている。従って、光とスピントが平行なときにファラデー効果が生ずるので、多層膜に垂直な方向に磁気異方性を有する磁性材料を用いて透明磁性層を形成することにより、画像情報に基づき透明磁性層に書き込みを行った場合に大きなファラデー回転角が得られ、良好なる表示を行える。

10 【0017】請求項5記載の発明の磁気光学素子の製造方法は、透明基板上に屈折率の異なる2種類の多数の透明誘電体膜を交互に積層させて第1の多層膜を形成する成膜工程と、この第1の多層膜上に透明磁性層を形成する成膜工程と、この透明磁性層上に屈折率の異なる2種類の多数の透明誘電体膜を交互に積層させて第2の多層膜を形成する成膜工程とを連続的に行った後、前記透明基板及び前記第2の多層膜の外面に各々偏光子を貼付するようにした。従って、第1の多層膜、透明磁性層及び第2の多層膜の成膜工程が連続的に行われるので、透明磁性層と多層膜との界面に空気等が全く入り込むことなく積層構造を成膜でき、光を局在化させるための光閉じ込め構造の作製が確実となり、ファラデー回転角の増大を簡単に実現できる。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の第一の実施の形態を図1に基づいて説明する。本実施の形態の磁気光学素子1は、透明磁性層2を中心として、この透明磁性層2を一対の多層膜3、4、一対の透明基板5、6、及び、一対の偏光子7、8で挟んだサンドイッチ構造として形成されている。前記多層膜3、4は、各々屈折率の異なる2種類の多数の透明誘電体膜9a、9bを交互に積層させた構造体として形成されている。

【0019】このような構成の磁気光学素子1によれば、透明磁性層2が一対の多層膜3、4により挟まれた構造となっているので、磁気光学素子1中に入射した光は多層膜3、4中で多重反射が生じてその光のエネルギーが中心の透明磁性層2に蓄えられる局在化現象が生ずる。即ち、屈折率の異なる2種類の透明誘電体膜9a、9bによる多層膜3、4の中心にさらに異なる屈折率の透明磁性層2を配置すると、中心の透明磁性層2に光が局在化する現象が生ずる。この結果、透明磁性層2の磁気光学効果が増大し、ファラデー回転角が増大することになる。加えて、多層膜3、4の外面には一対の偏光子7、8が配設されているので、コントラストの高い画像表示が可能となる。

【0020】ここに、透明磁性層2の材料としては従来一般に用いられている磁気光学効果を示す透明磁性材料でよいが、例えば、平均粒径1000Å以下の磁性体の超微粒子と結合剤とにより形成することが好ましい。このような平均粒径1000Å以下の磁性体の超微粒子と

しては、例えば、Fe、Co、Ni、又は、これらの合金の超微粒子、或いは、希土類鉄ガーネットの超微粒子などを用いることができる。コバルトフェライト、Baフェライト等の酸化物の超微粒子や、 FeBO_3 、 FeF_3 、 YFeO_3 、 NdFeO_3 等の複屈折性の大きな材料であっても、超微粒子であれば利用可能である。この他、 MnBi 、 MnCuBi 、 PtCo 等の超微粒子も利用可能である。平均粒径1000Å以下の超微粒子を用いれば、この透明磁性層2の両面に配設される多層膜3、4との接触面は非常に滑らかとなり、かつ、透明磁性層2自体を薄く作製できその透明性が向上する。特に、希土類鉄ガーネットの超微粒子を用いれば、逆磁歪効果により多層膜3、4に垂直な方向（積層方向）に磁気異方性を持たせることができ、ディスプレイに適用した場合、大きなファラデー回転角が得られて好ましい。即ち、光の方向と透明磁性層2に磁気ヘッド（図示せず）により磁気的に記録されたスピンの方向とが平行なときに大きなファラデー効果が生ずるためである。

【0021】また、多層膜3、4用の透明誘電体膜9a、9bとしては、特に制約を受けず、 Al_2O_3 、 MgO 、 BeO 、 Y_2O_3 、 SnO_2 、 InO_3 、 SiO_2 、 ZnO 、 TiO_2 等の材料を適宜用い得るが、最も一般的な TiO_2 と SiO_2 の組合せでもよい。積層する層数は、10～50層程度がよい。透明基板5、6としては石英基板等が用いられる。

【0022】偏光子7、8の偏光面は、一方の偏光面を回転することにより、最もコントラストの付く方位に設定される。

【0023】本発明の第二の実施の形態を図2及び図3に基づいて説明する。前記実施の形態で示した部分と同一部分は同一符号を用いて示し、説明も省略する（以下の実施の形態でも同様とする）。本実施の形態では、片方の多層膜4、透明基板6及び偏光子8に代えて、反射層10及び基板11が透明磁性層2の片面に積層された磁気光学素子12として構成されている。即ち、透過型の磁気光学素子1に対して反射型の磁気光学素子12とされている。

【0024】本実施の形態による場合も、前記実施の形態の場合と同様に磁気光学効果の増大及びコントラストの高い画像表示が可能となるが、多層膜3側から透明磁性層2に向けて入射した光は、反射層10で反射されて、再び透明磁性層2及び多層膜3を経て出射するので、ファラデー回転角の増大効果が倍増される（約2倍となる）。

【0025】ここに、前記反射層10については、AgやAlなどを用いて一般的な蒸着法やスパッタリング法などにより形成してもよく、或いは、 TiO_2 、 MgO 等のような白色微粒子を接着剤と混合させた後に、基板11上に塗布して透明磁性層2に貼付させるようにしてもよい。このような方法で形成される代表的な反射層1

0としては、Al、 SiO 、Ag、 Al_2O_3 等がよく知られている。

【0026】ところで、反射型の磁気光学素子12をディスプレイに適用した場合の画像表示の原理（コントラストの付け方）を、模式的に示す図3を参照して説明する。ここに、透明磁性層2に関して、画像部分（暗くしたい部分）は棒磁石等の磁気ヘッドにより膜厚方向に磁化された磁化部2a（矢印13が磁化方向＝スピンを示している）とされ、非画像部分（明るくしたい部分）は非磁化部2bとされているものとする。まず、図3

(a)に示すように偏光子7に光線が入射した場合、この偏光子7を通れる方向の偏光面14a、14bが多層膜3を経て透明磁性層2に入射する。図3(b)に示すように透明磁性層2に入射した偏光面14a、14bで示される光の内、磁化部2aに入射した光はファラデー回転角 θ だけ回転して反射層10に入射するが、非磁化部2bに入射した光はそのまま反射層10に入射する。図3(c)に示すように反射層10に入射した光はその偏光面状態で反射されて、図3(d)に示すように、再び透明磁性層2に入射する。このとき、磁化部2aに入射した光は再びファラデー回転角 θ だけ回転して（合計、 2θ ）、図3(e)に示すように、多層膜3を経て偏光子7に向かうが、非磁化部2bに入射した光はそのまま多層膜3を経て偏光子7に向かう。このときの偏光面14a、14bの状態は、偏光面14a側が偏光子7を通過できない方向に回転しているので暗くなり、偏光面14b側は偏光子7を通過できる方向のままであるので明るくなる。これにより、磁化部2aが暗く非磁化部2bが明るくなるコントラストの付いた画像表示が可能となる。

【0027】即ち、図3に示す原理的な模式図からもわかるように、液晶ディスプレイに似た表示原理であるが、偏光面を回転させるために透明磁性層2のファラデー回転なる磁気旋光を利用しているものである。ちなみに、従来にあつては、前述したようにファラデー回転角が小さく、かつ、透明磁性層の透明性が悪かったため、磁気光学素子がディスプレイとしては利用されていなかったものである。

【0028】本発明の第三の実施の形態を図4に基づいて説明する。本実施の形態の磁気光学素子15は構造的には図1に示した磁気光学素子1に極めて類似しているが、本実施の形態では、特にその製造方法が異なるものである。本実施の形態では、まず、透明基板5上に多層膜（第1の多層膜）3を形成し、次に、多層膜3上に透明磁性層2を形成し、さらに、この透明磁性層2上に多層膜（第2の多層膜）4を形成するが、薄膜法によるこれらの成膜工程を連続して行った後、透明基板5及び多層膜4の外面に各々偏光子7、8を貼付することにより磁気光学素子15が作製されている。この場合の連続成膜法としては、一般的なCVD法、PVD法等の薄膜法

が用いられる。

【0029】本実施の形態によれば、多層膜3、透明磁性層2及び多層膜4の成膜工程が連続的に行われるので、透明磁性層2と多層膜3、4との界面に空気等が全く入り込むことなく積層構造を成膜することができる。この結果、光を局在化させるための光閉じ込め構造の作製が確実となり、ファラデー回転角を増大させるための構造を簡単に実現できる。また、透明基板5を加熱する必要がないので、透明基板5・多層膜3間の密着性を損なうようなこともない。

【0030】

【実施例】本発明の第一の実施例を図1を参照して説明する。まず、表面を研磨した厚さ0.5mmの石英基板5、6上に、酸素とアルゴンとの混合ガスを用いた反応スパッタリング法により $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ の積層膜を各々膜厚900Åで15層ずつ交互に積層させて多層膜3、4を形成した。従って、石英基板5、多層膜3のセットと石英基板6、多層膜4のセットとの2セット分が形成される。つづいて、共沈法により作製したBi置換希土類鉄ガーネットの平均粒径600Åの超微粒子($\text{Bi}_{1.2}\text{DyFe}_{3.8}\text{Al}_{1.2}\text{O}_{19}$)とナフテン酸ビスマス(トルエン溶液)を1:1の割合で混合させたボールミルを用いて、54時間分散後、上記2つのセットの多層膜3、4の非基板側面でこの分散液を挟んで固化した。固化後の透明磁性層2の膜厚は0.3μmであった。ちなみに、同じ分散液を石英基板上に塗布して乾燥させた0.3μmの厚さの磁性層に対して基板面に垂直に磁界を印加して測定した場合の保磁力Hcは6000eであって、垂直磁気異方性を有しており、かつ、波長600nmの光に対する透過率は62%であった。次に、石英基板5、6の外側面に市販のフィルム状の偏光子7、8を貼付して磁気光学素子1を完成させた。このように作製された磁気光学素子1に関して、日本分光株式会社製の磁気光学測定装置K-250を用いて石英基板6上のファラデー回転角を測定したところ(使用光の波長520nm)、 $8^\circ/\mu\text{m}$ が得られたものである。また、偏光子7の外側から直径1mmの棒磁石(表面磁束3KG)を用いて透明磁性層2に磁気記録した後、偏光子7、8の内

の一方、例えば、偏光子8を回転させることで最もコントラストの付く方位に設定したところ、記録部と非記録部とで明瞭なコントラストが得られたものである。

【0031】ちなみに、本実施例に対する第一の比較例として、分散液の厚みを1μmとして透明磁性層を形成し、かつ、多層膜3、4を有しない他は第一の実施例と同一条件で作製したところ、ファラデー回転角は $3^\circ/\mu\text{m}$ に留まり、棒磁石による磁気記録を行っても記録部と非記録部とでコントラストが付かず画像は視認できな

かったものである。

【0032】また、本実施例に対する第二の比較例として、共沈法により作製したBi置換希土類鉄ガーネット

の平均粒径1800Åの微粒子を用いる他は、第一の実施例と同一条件で作製したところ、透明磁性層の保磁力Hcは8000eであり、ファラデー回転角は $6.4^\circ/\mu\text{m}$ に留まったものである。

【0033】本発明の第二の実施例を図2を参照して説明する。本実施例は、基本的に前記第一の実施例に準ずるものであり、石英基板6及び多層膜4のセットは作製せず、石英基板5及び多層膜3側のセットと基板11上に形成した2000Åの厚さのAlによる反射層10との間に透明磁性層2(材料、膜厚等は前記実施例と同じ)を形成した後、石英基板6に対してのみ市販のフィルム状の偏光子7を貼付して磁気光学素子12を完成させた。このように作製された磁気光学素子12に関して、棒磁石で磁気記録を行い、光を入射させたところ、記録部と非記録部とでコントラストの付いた反射像が視認できたものである。この場合のファラデー回転角は反射により2倍に倍増されており、第一の実施例の $8^\circ/\mu\text{m}$ に対して $16^\circ/\mu\text{m}$ に増大したものである。

【0034】ちなみに、本実施例に対する第三の比較例として、多層膜3を有しない他は、第二の実施例と同一条件で作製したところ、ファラデー回転角は $6^\circ/\mu\text{m}$ に留まったものである。また、磁気記録後の画像としてもかすかに観察し得る程度であり、コントラストの悪い反射像であった。

【0035】本発明の第三の実施例を図4を参照して説明する。本実施例も、基本的には、第一の実施例に準ずるが、その製造方法が異なる。まず、第一の実施例の場合と同様に、石英基板5上に多層膜3を成膜形成した後、連続して、その真空蒸着装置のチャンバー内にアルゴンガスと乾燥空気とを導入しながら鉄を蒸発させることで、鉄の超微粒子膜による透明磁性層2を3000Åの膜厚となるように成膜形成した(平均粒径は70Åであった)。さらに、連続させて、反応スパッタリング法で透明磁性層2の膜上に多層膜4を成膜形成した。このような連続成膜工程終了後に、外面に市販のフィルム状の偏光子7、8を貼付して磁気光学素子15を完成させた。このような磁気光学素子15についてファラデー回転角を測定したところ、使用光の波長依存性が少なく、波長550nmの光の場合で $9^\circ/\mu\text{m}$ のファラデー回転角が得られたものである。また、透明磁性層2の保磁力Hcは4000eであり、垂直磁気異方性を有していた。また、棒磁石で磁気記録した後、光を入射させて観察したところ、記録部と非記録部とで明瞭なコントラストが得られ、画像を明瞭に読み取れたものである。

【0036】ちなみに、本実施例に対する第四の比較例として、多層膜3、4を有しない他は、第三の実施例と同一条件で作製したところ、ファラデー回転角は波長550nmの光に対して $2.2^\circ/\mu\text{m}$ に留まったものである。また、棒磁石による磁気記録を行っても記録部と非記録部とでコントラストが付かず画像は視認できな

たものである。

【0037】

【発明の効果】請求項1記載の発明の磁気光学素子によれば、透明磁性層と、屈折率の異なる2種類の多数の透明誘電体膜が交互に積層されて前記透明磁性層を挟む一対の多層膜と、これらの多層膜の外面に配設された一対の偏光子とを備えているので、入射した光を局在化現象により多層膜間の透明磁性層に蓄えさせて、透明磁性層の磁気光学効果を増大させ、そのファラデー回転角を増大させることができ、加えて、多層膜の外面には一対の偏光子が配設されているので、コントラストの高い画像表示が可能となり、この際、元素置換等を利用した特殊な透明磁性層を用いる必要がなく通常の透明磁性材料でよく、基板温度も特に高温にする必要がなく、大面積化も容易であり、よって、ディスプレイに好適に適用することができる。

【0038】請求項2記載の発明の磁気光学素子によれば、透明磁性層と、屈折率の異なる2種類の多数の透明誘電体膜が交互に積層されて前記透明磁性層の片面側に配設された多層膜と、この多層膜の外面に配設された偏光子と、前記透明磁性層の他面側に配設された反射層とを備えたので、請求項1記載の発明の場合と同様に磁気光学効果を増大させ、かつ、コントラストの高い画像表示を可能にすることができるが、特に、多層膜側から透明磁性層に向けて入射した光を反射層で反射させて再び透明磁性層及び多層膜を経て出射させるので、ファラデー回転角の増大効果を倍増させることができる。

【0039】請求項3記載の発明によれば、請求項1又は2記載の磁気光学素子において、透明磁性層は、平均粒径1000Å以下の磁性体の超微粒子と結合剤とにより形成されているので、透明磁性層を薄く形成できその透明性を向上させることができるとともに、多層膜との接触面の状態が滑らかとなって空気等の入り込みにくい界面構造となり光のロスがなくなるため、光を局在化させるための光閉じ込めが確実となり、ファラデー回転角の増大を簡単かつ確実に実現でき、ディスプレイへの適用度を高めることができる。

【0040】請求項4記載の発明によれば、請求項1、2又は3記載の磁気光学素子において、透明磁性層は、多層膜に垂直な方向に磁気異方性を有する磁性材料により形成されているので、光とスピンの平行なときにファラデー効果が生ずることから、画像情報に基づき透明磁性層に書込みを行った場合の大きなファラデー回転角を得ることができ、ディスプレイに適用した場合に良好なる表示を行うことができる。

【0041】請求項5記載の発明の磁気光学素子の製造方法によれば、透明基板上に屈折率の異なる2種類の多数の透明誘電体膜を交互に積層させて第1の多層膜を形成する成膜工程と、この第1の多層膜上に透明磁性層を形成する成膜工程と、この透明磁性層上に屈折率の異なる2種類の多数の透明誘電体膜を交互に積層させて第2の多層膜を形成する成膜工程とを連続的に行った後、前記透明基板及び前記第2の多層膜の外面に各々偏光子を貼付することで、第1の多層膜、透明磁性層及び第2の多層膜の成膜工程が連続的に行われるので、透明磁性層と多層膜との界面に空気等が全く入り込むことなく積層構造を成膜することができ、光を局在化させるための光閉じ込め構造の作製が確実となり、ファラデー回転角の増大を簡単に実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施の形態及び第一の実施例を示す断面構造図である。

【図2】本発明の第二の実施の形態及び第二の実施例を示す断面構造図である。

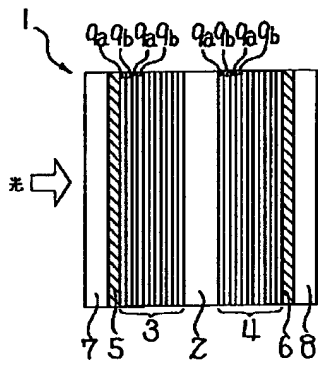
【図3】画像表示の原理を説明する模式図である。

【図4】本発明の第三の実施の形態及び第三の実施例を示す断面構造図である。

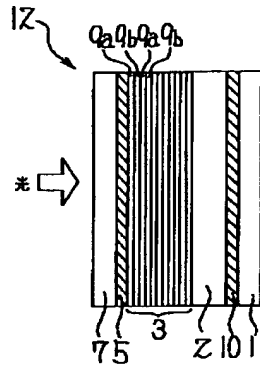
【符号の説明】

2	透明磁性層
3, 4	多層膜
5	透明基板
7, 8	偏光子
9 a, 9 b	透明誘電体膜
10	反射層

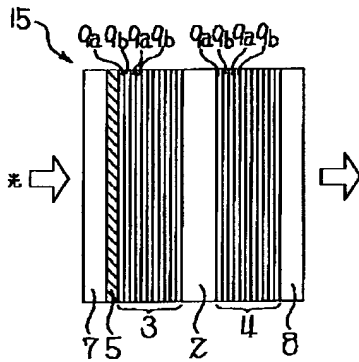
【図1】



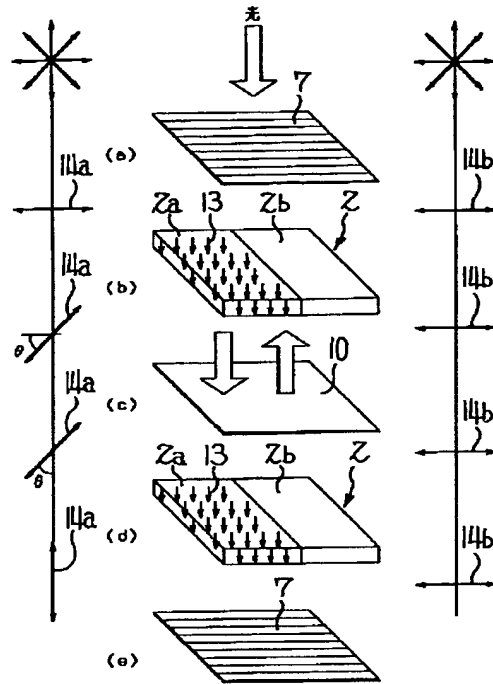
【図2】



【図4】



【図3】



* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The magneto-optics element characterized by having the multilayer of the couple to which the laminating of a majority of two kinds in which a refractive index differs from a transparent magnetic layer of transparent dielectric films is carried out by turns, and which pinches its aforementioned transparent magnetic layer, and the polarizer of the couple arranged by the external surface of these multilayers.

[Claim 2] The magneto-optics element characterized by having a transparent magnetic layer, the multilayer by which the laminating of a majority of two kinds from which a refractive index differs of transparent dielectric films was carried out by turns, and they were arranged in the whole surface side of the aforementioned transparent magnetic layer, the polarizer arranged by the external surface of this multilayer, and the reflecting layer of the aforementioned transparent magnetic layer arranged in the side on the other hand.

[Claim 3] A transparent magnetic layer is a magneto-optics element according to claim 1 or 2 characterized by being formed of the ultrafine particle and binder of the magnetic substance of 1000A or less of mean particle diameters.

[Claim 4] A transparent magnetic layer is a magneto-optics element according to claim 1, 2, or 3 characterized by being formed in the direction perpendicular to a multilayer of the magnetic material which has a magnetic anisotropy.

[Claim 5] The membrane formation process which is made to carry out the laminating of a majority of two kinds from which a refractive index differs of transparent dielectric films by turns, and forms the 1st multilayer on a transparent substrate, After performing continuously the membrane formation process which is made to carry out the laminating of a majority of two kinds from which a refractive index differs of transparent dielectric films by turns, and forms the 2nd multilayer the membrane formation process which forms a transparent magnetic layer on this 1st multilayer, and on this transparent magnetic layer, The manufacture method of the magneto-optics element characterized by sticking a polarizer on the external surface of the aforementioned transparent substrate and the 2nd multilayer of the above respectively.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the magneto-optics element suitable for the application to a display, and its manufacture method.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the magnetic substance in which the magneto-optical effect (the Faraday effect or magnetooptic Kerr effect) is shown is used for a magneto-optic disk, and informational writing and reproduction of it are enabled. In addition, a picture is written in using the magnetic head to this transparent magnetic substance using the transparent magnetic substance in which the magneto-optical effect is shown, and the application to the display on which a picture is displayed by the existence of Faraday rotation by making light irradiate is also considered.

[0003] Producing the magneto-optical effect from the difference in the electron transition started by the right and the left-handed circularly-polarized light is known here. The attempt which this difference is enlarged [attempt] and increases the magneto-optical effect is reported by reference "the indicator for enlarging the magneto-optical effect" (the Magnetics Society of Japan, Vol.8.No.5, 1984 p.366-370) (it considers as reference 1) etc.

[0004] As the 1st attempt, when Ba ferrite is used, there is a way Co replaces Fe in BaFe₁₂O₁₉ (for example, it considers as the "Proc.Int.Symp.on OpticalMemory.1987 Japanese Journal of Applied Physics and Vol.26(1987) Supplement 26-4 pp23-26" inner "Ba-Ferrite Magneto-optical Recording Media" reference -- reference 2). Although based also on the amount of substitution of Co in the case of this method, it is checked that the Faraday effect increases several times.

[0005] As the 2nd attempt, although it is an element substitution method similarly, there is a method of replacing a part of rare earth ion of iron garnet with Bi (3+) ion (p.368 reference in reference 1). Also in this method, it is known that a Faraday-rotation angle will increase. In addition, since the absorption coefficient of a visible region hardly increases, it is convenient for improvement in contrast in a display.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when based on the 1st Co substitution method, the wavelength region where an effect increases is 700-800nm, and is almost ineffective in 500-700nm (500-600nm grade is the wavelength region most sensed by human being's eyes) of wavelength regions required as a display as indicated also in reference 2. Moreover, in order to manufacture using an epitaxial grown method, there is also un-arranging [that a substrate receives restrictions or it is needed that substrate temperature is an elevated temperature as unusually as 600 degrees C or more].

[0007] Although the wavelength region which a Faraday-rotation angle increases is convenient near 520nm when based on 2nd Bi (3+) ion substitution method, the substrate temperature demanded in a manufacture process is an elevated temperature of 600 degrees C or more, and it is difficult to produce the thing of a big area, and when attaining application-ization to a display, it is not desirable.

[0008] Moreover, the Faraday-rotation angle in the case of 1-degree [/micrometer] place and Bi substitution garnet of the Faraday-rotation angle in the case of Ba ferrite is 6-degree [/micrometer] place. Since it is about one contrast in the above-mentioned 6-degree [/micrometer] place, if it can do a Faraday-rotation angle 10 degrees [/micrometer] or more as an object for a display, a certain thing is desirable [the one of contrast where a Faraday-rotation angle is possible larger is good, and], when application on a display is considered micrometer 20 degrees /or more. Therefore, the conventional method of the enhancement effect of a Faraday-rotation angle is inadequate.

[0009] On the other hand, in the case of Bi substitution garnet in the 2nd method, it is not as a thin film and can manufacture using the powder of 1000A or less of mean particle diameters produced by the coprecipitation method. In this case, it is not necessary to consider as an elevated temperature at the time of element production, and if even a uniform application is possible, large-area-izing is also possible, although a binder and a substrate are needed. However, although the permeability of light is good when the Faraday-rotation angle per unit thickness decreases and only the part of a binder makes powder the particle size of 1000A or less as compared with the case where it is based on a thin film, reduction of the permeability by dispersion of light is not avoided rather than the case where it is a thin film.

[0010] If the thickness is thickened as a generality in [any] the magnetic substance, although a Faraday-rotation angle will increase, since the permeability of light falls, a magneto-optics element from which a thin and big (it being got blocked and permeability being good) Faraday-rotation angle is acquired is desired.

[0011] Then, using a general magneto-optics material, this invention can acquire a big Faraday-rotation angle, can attain large area-ization etc. easily, and aims at offering the magneto-optics element suitable for application on a display.

[0012] Furthermore, the structure of increasing a Faraday-rotation angle aims at offering the magneto-optics element obtained simply and its manufacture method.

[0013]

[Means for Solving the Problem] The magneto-optics element of invention according to claim 1 was equipped with the multilayer of the couple to which the laminating of a majority of two kinds in which a refractive index differs from a transparent magnetic layer of transparent dielectric films is carried out by turns and which pinches its aforementioned transparent magnetic layer, and the polarizer of the couple arranged by the superficies of these multilayers. Therefore, since the transparent magnetic layer has structure sandwiched by the multilayer of the couple by the transparent dielectric film, the localization phenomenon in which a multiple echo arises in a multilayer and the luminous energy is stored in the transparent magnetic layer between multilayers produces the light which carried out incidence. That is, if the matter layer (transparent magnetic layer) of a refractive index which is further different at the center of the multilayer by two kinds of transparent dielectric films from which a refractive index differs is arranged, the phenomenon which light localizes in a main matter layer will arise. Consequently, the magneto-optical effect of a transparent magnetic layer will increase, and a Faraday-rotation angle will increase. In addition, since the polarizer of a couple is arranged by the superficies of a multilayer, the high image display of contrast becomes possible. Under the present circumstances, it is not necessary to use the special transparent magnetic layer using element substitution etc., and the usual transparent magnetic material is sufficient, it is not necessary to also make especially substrate temperature into an elevated temperature, and large-area-izing is also easy.

[0014] The magneto-optics element of invention according to claim 2 was equipped with the transparent magnetic layer, the multilayer by which the laminating of a majority of two kinds from which a refractive index differs of transparent dielectric films was carried out by turns, and they were arranged in the whole surface side of the aforementioned transparent magnetic layer, the polarizer arranged by the superficies of this multilayer, and the reflecting layer of the aforementioned transparent magnetic layer arranged in the side on the other hand. Therefore, although increase of the magneto-optical effect and the high image display of contrast become possible like the case of invention according to claim 1, since it is reflected by the reflecting layer and outgoing radiation of the light which carried out incidence towards the transparent magnetic layer from the multilayer side is again carried out through a transparent magnetic layer and a multilayer, the enhancement effect of a Faraday-rotation angle is doubled.

[0015] In the magneto-optics element according to claim 1 or 2, the transparent magnetic layer is formed for invention according to claim 3 of the ultrafine particle and binder of the magnetic substance of 1000Å or less of mean particle diameters. Therefore, since it becomes the interface structure of the state of the contact surface with a multilayer becoming smooth, and being [air] hard to enter and the loss of light is lost while a transparent magnetic layer can be formed thinly and the transparency improves, eye ***** for making light localize becomes certain, and can realize increase of a Faraday-rotation angle simply and certainly.

[0016] Invention according to claim 4 is formed in the direction where a transparent magnetic layer is perpendicular to a multilayer of the magnetic material which has a magnetic anisotropy in the magneto-optics element according to claim 1, 2, or 3. Therefore, since the Faraday effect arises when light and spin are parallel, by forming a transparent magnetic layer in the direction perpendicular to a multilayer using the magnetic material which has a magnetic anisotropy, when writing in a transparent magnetic layer based on image information, a big Faraday-rotation angle is acquired, and a good display can be performed.

[0017] The manufacture method of the magneto-optics element invention according to claim 5 The membrane formation process which is made to carry out the laminating of a majority of two kinds from which a refractive index differs of transparent dielectric films by turns, and forms the 1st multilayer on a transparent substrate, After performing continuously the membrane formation process which is made to carry out the laminating of a majority of two kinds from which a refractive index differs of transparent dielectric films by turns, and forms the 2nd multilayer the membrane formation process which forms a transparent magnetic layer on this 1st multilayer, and on this transparent magnetic layer, The polarizer was respectively stuck on the superficies of the aforementioned transparent substrate and the 2nd multilayer of the above.

Therefore, since the 1st multilayer, a transparent magnetic layer, and the membrane formation process of the 2nd multilayer are performed continuously, a laminated structure can be formed without air etc. completely entering into the interface of a transparent magnetic layer and a multilayer, production of the ***** structure for making light localize becomes certain, and increase of a Faraday-rotation angle can be realized easily.

[0018]

[Embodiments of the Invention] The gestalt of operation of the first of this invention is explained based on drawing 1. The magneto-optics element 1 of the gestalt of this operation is formed as a sandwich structure whose transparent magnetic layer 2 of this was pinched focusing on the transparent magnetic layer 2 with the multilayers 3 and 4 of a couple, the transparent substrates 5 and 6 of a couple, and the polarizers 7 and 8 of a couple. The aforementioned multilayers 3 and 4 are formed as the structure to which the laminating of a majority of two kinds from which a refractive index differs respectively of transparent dielectric films 9a and 9b was carried out by turns.

[0019] Since the transparent magnetic layer 2 has structure sandwiched by the multilayers 3 and 4 of a couple according to the magneto-optics element 1 of such composition, a multilayer 3 and the localization phenomenon in which a multiple echo

arises in four and the luminous energy is stored in the main transparent magnetic layer 2 produce the light which carried out incidence into the magneto-optics element 1. That is, if the transparent magnetic layer 2 of a refractive index which is further different at the center of the multilayers 3 and 4 by two kinds of transparent dielectric films 9a and 9b from which a refractive index differs is arranged, the phenomenon which light localizes to the main transparent magnetic layer 2 will arise. Consequently, the magneto-optical effect of the transparent magnetic layer 2 will increase, and a Faraday-rotation angle will increase. In addition, since the polarizers 7 and 8 of a couple are arranged by the superficies of multilayers 3 and 4, the high image display of contrast becomes possible.

[0020] Although the transparent magnetic material which shows the magneto-optical effect generally conventionally used here as a material of the transparent magnetic layer 2 is sufficient, it is desirable to form for example, by the ultrafine particle and binder of the magnetic substance of 1000Å or less of mean particle diameters. As an ultrafine particle of the magnetic substance of 1000Å or less of such mean particle diameters, Fe, Co, nickel, the ultrafine particle of these alloys, or the ultrafine particle of a rare earth iron garnet can be used, for example. the ultrafine particle of oxides, such as a cobalt ferrite and Ba ferrite, FeBO₃, FeF₃ and YFeO₃, and NdFeO₃ etc. -- if it is an ultrafine particle even if it is a big material of form birefringence, it can use In addition, ultrafine particles, such as MnBi, MnCuBi, and PtCo, can also be used. If the ultrafine particle of 1000Å or less of mean particle diameters is used, the contact surface with the multilayers 3 and 4 arranged in both sides of this transparent magnetic layer 2 will become very smooth, and can produce thinly transparent magnetic layer 2 the very thing, and its transparency of the will improve. When using the ultrafine particle of a rare earth iron garnet especially, and a magnetic anisotropy can be given in the direction (the direction of a laminating) perpendicular to multilayers 3 and 4 by the reverse magnetostrictive effect and it applies to a display, a big Faraday-rotation angle is acquired and it is desirable. That is, when the direction of light and the direction of the spin magnetically recorded on the transparent magnetic layer 2 by the magnetic head (not shown) are parallel, it is for the big Faraday effect to arise.

[0021] moreover -- as a multilayer 3 and the transparent dielectric films 9a and 9b for four -- especially -- restrictions -- not receiving -- aluminum 2O₃, MgO and BeO, Y₂O₃, SnO₂, InO₃, SiO₂, ZnO, and TiO₂ etc. -- although material can be used suitably -- most general TiO₂ SiO₂ Combination is sufficient. The number of layers which carries out a laminating has about 10-50 good layers. A quartz substrate etc. is used as transparent substrates 5 and 6.

[0022] The plane of polarization of polarizers 7 and 8 is set as the direction in which contrast is attached most by rotating one plane of polarization.

[0023] The gestalt of operation of the second of this invention is explained based on drawing 2 and drawing 3. The same portion as the portion shown with the gestalt of the aforementioned implementation is shown using the same sign, and explanation is also omitted (suppose that it is the same also with the gestalt of the following operations). It replaces with one of the two's multilayer 4, transparent substrate 6, and polarizer 8, and consists of gestalten of this operation as a magneto-optics element 12 by which the laminating of a reflecting layer 10 and the substrate 11 was carried out to one side of the transparent magnetic layer 2. That is, it considers as the reflected type magneto-optics element 12 to the penetrated type magneto-optics element 1.

[0024] Although increase of the magneto-optical effect and the high image display of contrast become possible as well as the case of the gestalt of the aforementioned implementation when based on the gestalt of this operation, since it is reflected by the reflecting layer 10 and outgoing radiation of the light which carried out incidence towards the transparent magnetic layer 2 from the multilayer 3 side is again carried out through the transparent magnetic layer 2 and a multilayer 3, the enhancement effect of a Faraday-rotation angle is doubled (it becomes twice [about]).

[0025] After using Ag, aluminum, etc. here, and forming in it by the general vacuum deposition, the sputtering method, etc. or making it mix white particles, such as TiO₂ and MgO, with adhesives about the aforementioned reflecting layer 10, it applies on a substrate 11 and you may make it make it stick on the transparent magnetic layer 2. As a typical reflecting layer 10 formed by such method, aluminum, SiO, Ag, and the aluminum₂O₃ grade are known well.

[0026] By the way, the principle (how to attach contrast) of the image display at the time of applying the reflected type magneto-optics element 12 to a display is explained with reference to drawing 3 shown typically. About the transparent magnetic layer 2, a picture portion (portion to make it dark) shall be set to magnetization section 2a (the arrow 13 shows magnetization direction = spin) magnetized in the direction of thickness by the magnetic heads, such as a bar magnet, and the non-picture portion (portion to make it bright) shall be set to non-magnetized section 2b here. First, as shown in drawing 3 (a), when a beam of light carries out incidence to a polarizer 7, the plane of polarization 14a and 14b of the direction which can pass along this polarizer 7 carries out incidence to the transparent magnetic layer 2 through a multilayer 3. Although the light which carried out incidence to magnetization section 2a among the light shown by the plane of polarization 14a and 14b which carried out incidence to the transparent magnetic layer 2 rotates only the Faraday-rotation angle theta and carries out incidence to a reflecting layer 10 as shown in drawing 3 (b), incidence of the light which carried out incidence to non-magnetized section 2b is carried out to a reflecting layer 10 as it is. It is reflected in the state of the plane of polarization, and as shown in drawing 3 (d), incidence of the light which carried out incidence to the reflecting layer 10 as shown in drawing 3 (c) is again carried out to the transparent magnetic layer 2. Although it faces to a polarizer 7 through a multilayer 3 as the light which carried out incidence to magnetization section 2a rotates only the Faraday-rotation angle theta again at this time (sum total, 2theta) and it is shown in drawing 3 (e), the light which carried out incidence to non-magnetized section 2b faces to a polarizer 7 through a multilayer 3 as it is. Since the plane-of-polarization 14a side is rotating in the direction which cannot pass a polarizer 7, the state of the plane of polarization 14a and 14b at this time becomes dark, and since the

plane-of-polarization 14b side is still the direction which can pass a polarizer 7, it becomes bright. Thereby, the image display of magnetization section 2a to which the contrast to which non-magnetized section 2b becomes bright was attached becomes possible darkly.

[0027] although it is a display principle similar to the liquid crystal display as it understands also from the theoretic ** type view shown in drawing 3, in order [namely,] to rotate plane of polarization -- the transparent magnetic layer 2 -- Faraday rotation -- magnetic rotation is used Incidentally, small [a Faraday-rotation angle], if it is in the former, as mentioned above, since the transparency of a transparent magnetic layer was bad, the magneto-optics element is not used as a display.

[0028] The gestalt of operation of the third of this invention is explained based on drawing 4. Although the magneto-optics element 15 of the gestalt of this operation is extremely similar to the magneto-optics element 1 shown in drawing 1 structurally, the manufacture methods differ especially with the gestalt of this operation. Although a multilayer (the 1st multilayer) 3 is formed on the transparent substrate 5, next the transparent magnetic layer 2 is first formed on a multilayer 3 and a multilayer (the 2nd multilayer) 4 is further formed on this transparent magnetic layer 2 with the gestalt of this operation. After performing these membrane formation processes by the film method continuously, the magneto-optics element 15 is produced by sticking polarizers 7 and 8 on the superficies of the transparent substrate 5 and a multilayer 4 respectively. Film methods, such as general CVD and PVD, are used as a continuation forming-membranes method in this case.

[0029] According to the gestalt of this operation, since a multilayer 3, the transparent magnetic layer 2, and the membrane formation process of a multilayer 4 are performed continuously, a laminated structure can be formed, without air etc. completely entering into the interface of the transparent magnetic layer 2 and multilayers 3 and 4. Consequently, production of the ***** structure for making light localize becomes certain, and structure for increasing a Faraday-rotation angle can be realized easily. It seems that moreover, adhesion between transparent substrate 5 and a multilayer 3 is not spoiled since it is not necessary to heat the transparent substrate 5.

[0030]

[Example] The first example of this invention is explained with reference to drawing 1. First, they are TiO₂ / SiO₂ by the reactive-sputtering method which used the mixed gas of oxygen and an argon on the quartz substrate 5 with a thickness of 0.5mm which ground the front face, and 6. The laminating of every 15 layers of the cascade screens was respectively carried out by turns by 900Å of thickness, and multilayers 3 and 4 were formed. Therefore, two sets of the set of the quartz substrate 5 and a multilayer 3 and the set of the quartz substrate 6 and a multilayer 4 are formed. It continued and solidified on both sides of this distributed liquid after 54-hour distribution using the ball mill with which the ultrafine particle (Bi₂DyFe₃.8aluminum 1.2O₁₉) of 600Å of mean particle diameters and naphthenic-acid bismuth (toluene solution) of Bi substitution rare earth iron garnet produced by the coprecipitation method were mixed at a rate of 1:1 on the non-substrate side of the multilayers 3 and 4 of the two above-mentioned sets. The thickness of the transparent magnetic layer 2 after solidification was 0.3 micrometers. The coercive force H_c at the time of impressing and measuring a magnetic field at right angles to a substrate side to a magnetic layer with a thickness of 0.3 micrometers which the same distributed liquid was applied [thickness] on the quartz substrate, and incidentally dried it was 600Oe(s), it had the perpendicular magnetic anisotropy and the permeability to light with a wavelength of 600nm was 62%. Next, the polarizers 7 and 8 of the shape of a commercial film were stuck on the superficies side of the quartz substrates 5 and 6, and the magneto-optics element 1 was completed. Thus, when the Faraday-rotation angle on the quartz substrate 6 is measured about the produced magneto-optics element 1 using the magneto-optics measuring device K-250 by Japanese duty light incorporated company (wavelength of 520nm of use light), micrometer is obtained in 8 degrees /. Moreover, after carrying out magnetic recording to the transparent magnetic layer 2 using a bar magnet (surface magnetic-flux 3KG) with a diameter of 1mm from the outside of a polarizer 7, when it is set as the direction in which contrast is most attached on the other hand by the thing of the polarizers 7 and 8 for which a polarizer 8 is rotated, clear contrast is acquired at the Records Department and the non-Records Department.

[0031] When incidentally formed the thickness of distributed liquid as first [to this example] example of comparison, and formed the transparent magnetic layer as 1 micrometer, it did not have multilayers 3 and 4 and also it produces on the same conditions as the first example, even if a Faraday-rotation angle stops [micrometer] in 3 degrees /and it performs magnetic recording by the bar magnet, contrast is not attached at the Records Department and the non-Records Department, and a picture cannot be checked by looking.

[0032] Moreover, when the particle of 1800Å of mean particle diameters of Bi substitution rare earth iron garnet produced by the coprecipitation method was used as second [to this example] example of comparison and also it produces on the same conditions as the first example, the coercive force H_c of a transparent magnetic layer is 800Oe(s), and a Faraday-rotation angle stops [micrometer] in 6.4 degrees /.

[0033] The second example of this invention is explained with reference to drawing 2. this example does not produce the set of the quartz substrate 6 and a multilayer 4 according to the first example of the above fundamentally. between the reflecting layers 10 by aluminum with a thickness of 2000Å formed on the quartz substrate 5, and the set by the side of a multilayer 3 and a substrate 11 -- the transparent magnetic layer 2 (material --) thickness etc. -- the aforementioned example -- being the same -- after forming, the polarizer 7 of the shape of a commercial film was stuck only to the quartz substrate 6, and the magneto-optics element 12 was completed. Thus, when performing magnetic recording by the bar magnet and carrying out incidence of the light about the produced magneto-optics element 12, the reflected image to which contrast was attached at the Records Department and the non-Records Department can be checked by looking. Double precision doubles by reflection and the Faraday-rotation angle in this case increases [micrometer] in 16 degrees /to 8 degrees/micrometer of the first example.

[0034] When it did not have a multilayer 3 and also incidentally produces on the same conditions as the second example as third [to this example] example of comparison, a Faraday-rotation angle stops [micrometer] in 6 degrees / . Moreover, it was the grade which can be faintly observed also as a picture after magnetic recording, and was the bad reflected image of contrast.

[0035] The third example of this invention is explained with reference to drawing 4 . Also in this example, fundamentally, although it applies to the first example, the manufacture methods differ. First, like the case of the first example, after carrying out membrane formation formation of the multilayer 3 on the quartz substrate 5, membrane formation formation of the transparent magnetic layer 2 by the iron ultrafine particle film was continuously, carried out by evaporating iron, introducing argon gas and dry air in the chamber of the vacuum evaporation system, so that it might become 3000A thickness (the mean particle diameter was 70A). Furthermore, it was made to continue and membrane formation formation of the multilayer 4 was carried out on the film of the transparent magnetic layer 2 by the reactive-sputtering method. After such a continuation membrane formation process end, the polarizers 7 and 8 of the shape of a commercial film were stuck outside, and the magneto-optics element 15 was completed. When a Faraday-rotation angle is measured about such a magneto-optics element 15, there are few wavelength dependencies of use light and a 9 degrees [/micrometer] Faraday-rotation angle is acquired by the case where it is the light which is the wavelength of 550nm. Moreover, the coercive force H_c of the transparent magnetic layer 2 is 400Oe(s), and had the perpendicular magnetic anisotropy. Moreover, after carrying out magnetic recording by the bar magnet, when incidence of the light is carried out and it is observed, clear contrast is acquired at the Records Department and the non-Records Department, and a picture can be read clearly.

[0036] When it did not have multilayers 3 and 4 and also incidentally produces on the same conditions as the third example as fourth [to this example] example of comparison, a Faraday-rotation angle stops [micrometer] in 2.2 degrees /to light with a wavelength of 550nm. Moreover, even if it performs magnetic recording by the bar magnet, contrast is not attached at the Records Department and the non-Records Department, and a picture cannot be checked by looking.

[0037]

[Effect of the Invention] The multilayer of the couple to which the laminating of a majority of two kinds in which a refractive index differs from a transparent magnetic layer of transparent dielectric films is carried out by turns and which according to the magneto-optics element of invention according to claim 1 pinches its aforementioned transparent magnetic layer, Since it has the polarizer of the couple arranged by the superficies of these multilayers Since can make the light which carried out incidence stored in the transparent magnetic layer between multilayers according to a localization phenomenon, the magneto-optical effect of a transparent magnetic layer can be increased, and the Faraday-rotation angle can be increased, in addition the polarizer of a couple is arranged by the superficies of a multilayer It is not necessary to also make especially substrate temperature into an elevated temperature, and the high image display of contrast becomes possible, in this case, it is not necessary to use the special transparent magnetic layer using element substitution etc., and, therefore, it can be applied the usual transparent magnetic material is sufficient and / large-area-izing is also easy and] suitable for a display.

[0038] The multilayer which the laminating of a majority of two kinds in which a refractive index differs from a transparent magnetic layer of transparent dielectric films was carried out by turns according to the magneto-optics element of invention according to claim 2, and was arranged in the one side side of the aforementioned transparent magnetic layer, Since it had the polarizer arranged by the superficies of this multilayer, and the reflecting layer of the aforementioned transparent magnetic layer arranged in the side on the other hand, although it increases the magneto-optical effect like the case of invention according to claim 1 and high image display of contrast can be made possible Since the light which carried out incidence towards the transparent magnetic layer especially from the multilayer side is reflected by the reflecting layer and outgoing radiation is again carried out through a transparent magnetic layer and a multilayer, the enhancement effect of a Faraday-rotation angle can be doubled.

[0039] According to invention according to claim 3, it sets for a magneto-optics element according to claim 1 or 2. a transparent magnetic layer Since it is formed of the ultrafine particle and binder of the magnetic substance of 1000A or less of mean particle diameters While being able to form a transparent magnetic layer thinly and being able to raise the transparency Since it becomes the interface structure of the state of the contact surface with a multilayer becoming smooth, and being [air] hard to enter and the loss of light is lost, eye ***** for making light localize can become certain, can realize increase of a Faraday-rotation angle simply and certainly, and can raise the degree of application to a display.

[0040] According to invention according to claim 4, the big Faraday-rotation angle at the time of writing in a transparent magnetic layer based on image information, since the transparent magnetic layer was formed in the direction perpendicular to a multilayer of the magnetic material which has a magnetic anisotropy in the magneto-optics element according to claim 1, 2, or 3 and the Faraday effect arose, when light and spin were parallel can be acquired, and a good display can be performed when it applies to a display.

[0041] The membrane formation process which according to the manufacture method of the magneto-optics element invention according to claim 5 is made to carry out the laminating of a majority of two kinds from which a refractive index differs of transparent dielectric films by turns, and forms the 1st multilayer on a transparent substrate, After performing continuously the membrane formation process which is made to carry out the laminating of a majority of two kinds from which a refractive index differs of transparent dielectric films by turns, and forms the 2nd multilayer the membrane formation process which forms a transparent magnetic layer on this 1st multilayer, and on this transparent magnetic layer, By sticking a polarizer on the superficies of the aforementioned transparent substrate and the 2nd multilayer of the above respectively Since the 1st

multilayer, a transparent magnetic layer, and the membrane formation process of the 2nd multilayer are performed continuously. A laminated structure can be formed without air etc. completely entering into the interface of a transparent magnetic layer and a multilayer, production of the ***** structure for making light localize becomes certain, and increase of a Faraday-rotation angle can be realized easily.

[Translation done.]